

Magnetoestratigrafía del relleno neógeno en las cuencas del Campo de Calatrava (Ciudad Real)

J.L. Gallardo-Millán¹ y A. Pérez-González²

1 Depto. Ingeniería Geológica y Minera. Univ. Castilla-La Mancha. Pl. Manuel Meca, 1. 13400 Almadén (C - Real). jlgallar@igem-al.uclm.es

2 Depto. Geodinámica. Univ. Complutense. Facultad de Ciencias Geológicas. Campus Universitario. 28040 Madrid. alfredog@eucmax.sim.ucm.es

ABSTRACT

The neogene infill in the Campo de Calatrava basins (Central Spain), is dominated by lacustrine and fluvial continental deposits in isolated conditions what complicate the correlations. In this paper is introduced the rock magnetism to stratigraphic correlation and geochronologic calibration of rocks sequences of the continental neogene infill. A total of twelve partial magnetostratigraphic sections have been constructed which represents the upper neogene of four different basins. The cross-correlations have been made with the Geomagnetic Polarity Time Scale (GPTS), by the existence of two well-defined paleontological sites (Las Higuieruelas and Valverde II), and six radiometric date in volcanic sites. The main contribution of this paper is to place this infill between Lower Pliocene (C3n.3n) and the late Pliocene (C2r). Others conclusions have been found such as: the sedimentation rate which finished this infill was of 35 m/Ma, as well it has been locate a sedimentary break in the upper zone of the Gilbert chron (2Ar).

Key word: magnetostratigraphy, Neogene, Campo de Calatrava.

INTRODUCCIÓN

En la actualidad se puede medir el magnetismo remanente prácticamente de todo tipo de rocas y establecer con ello secuencias magnetoestratigráficas, las cuales pueden compararse con la Escala de Tiempo de Polaridades Geomagnéticas (ETPG), añadiendo, no sólo nuevas posibilidades de datación, sino también otros criterios de correlación entre cuencas.

En la región de Campo de Calatrava, situada en la zona central de la provincia de Ciudad Real, se han levantado y muestreado 12 secuencias estratigráficas de los materiales neógenos que conforman las pequeñas cuencas neógenas que se abren hacia la Llanura Manchega (Fig. 1). Estas cuencas, con depósitos de origen lacustre y fluvial, presentan una gran variedad litológica, con conglomerados y areniscas en la base y margas y calizas al techo; intercalándose en las series aparecen numerosos niveles volcánicos procedentes de erupciones próximas, formados tanto por piroclastos de caída, como por material volcánico resedimentado (Molina, 1975; Portero, *et al.*, 1986).

Se encuentran también, entre estos materiales, algunos yacimientos paleontológicos como los de Las Higuieruelas y Valverde II (Alberdi, *et al.*, 1986, Mazo, 1995), que junto con dataciones radiométricas de los materiales volcánicos (Ancochea 1983, Bonadonna y Villa, 1986), han permitido situar los rellenos de las cuencas en una horquilla de tiempo que va desde los 4.7 a los 2.6 Ma.

SECCIONES ESTUDIADAS Y ANÁLISIS PALEOMAGNÉTICOS

Las series estudiadas se ordenan de Norte a Sur (Fig. 2). En la cuenca de Alcolea, las series de: Las Higuieruelas (HGL), Finca Galiana (GLN), y la Cantera del yacimiento de Valverde II (VAL). En la cuenca de Corral-Poblete, series de: Corral de Calatrava (COR), Arroyo de Cañaldraga (CÑD), Puente Morena – Los Ejidos (PTM-EJD) y de La Torrecilla (TRC). En la cuenca de Calzada-Moral, series de Casablanca (CSB) y Jabalón (JBL). Y en la cuenca del Ojailén, las series de: Ojailén (OJL), La Alameda (ALM) y la de la finca Patón (PTN).

El espaciado del muestreo ha sido de 1.5 a 2 m, y se extrajeron con una perforadora portátil y con un extractor de muestra blandas.

En total se han analizado unas 250 muestras que fueron previamente desmagnetizadas térmicamente y por campos alternos. Los análisis se han realizado con un magnetómetro criogénico de tres ejes GM400 CCL, para las muestras de más débil magnetización y con un magnetómetro Molspin las de magnetización más fuerte, en el Laboratorio de Paleomagnetismo del Instituto “Jaume Almera”, del C.S.I.C., de Barcelona. Para determinar la consistencia de la magnetización se ha realizado en diferentes muestras recogidas en diversas posiciones estratigráficas el test del contacto cocido, corroborando que la magnetización que se conserva es la Magnetización Remanente Característica (MRCh).

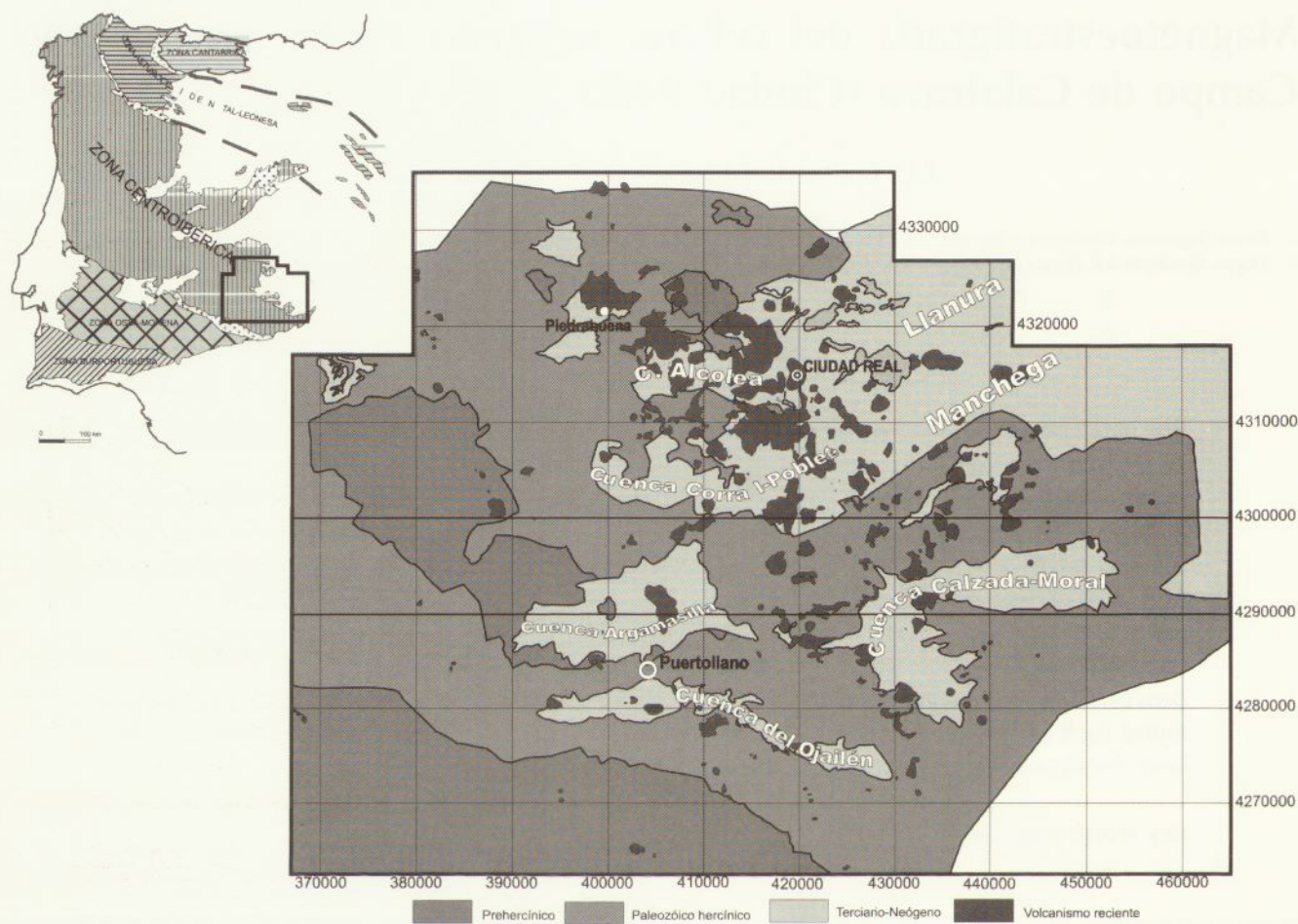


FIGURA 1: Esquema geológico y de situación de las cuencas neógenas del Campo de Calatrava.

De cada estación se analizaron al menos dos muestras y con las direcciones medias de la magnetización se ha calculado la correspondiente paleolatitud.

RESULTADOS OBTENIDOS

Se ha reconocido una secuencia total de 10 magnetozonas que se han comparado con la ETPG (Cande y Kent, 1995). Para la correcta posición cronológica de las magnetozonas se ha contado con seis medidas radiométricas de los materiales volcánicos, dos de ellas inéditas, que se relacionan con cinco de las series levantadas (Fig. 2).

La serie HGL ha servido de referencia para todas las demás, con las dataciones situadas en los piroclastos soldados que aparecen en la base (4.48 ± 0.45 Ma.), y en las bombas volcánicas de techo de la serie de 3.5 ± 0.4 Ma., que se intercalan en el yacimiento de Las Higuieruelas. Magnetoestratigráficamente, la serie se sitúa entre los crones C3n.2r y el C2An.2r, para la determinación de este último crón se ha tenido en cuenta las medidas de polaridad inversa de Parés y Dinarès (com. per.) y lo aportado por Mazo (1995), para el entorno del yacimiento. Por otra parte en la

magnetozona C2Ar, tiene lugar una fase de deformación y una interrupción sedimentaria hasta el límite de los crones C2Ar y C2An.3n.

A tres kilómetros al este de HGL se encuentra la serie GLN, que se relaciona cartográficamente con aquella, ya que se han logrado identificar tanto los materiales volcánicos de la base como los que se encuentran a techo. En ambas series los materiales forman sendos sinclinales. En el caso de la serie GLN la ruptura sedimentaria sólo se ha podido deducir por la falta de espesores, dado que parte del tramo en donde se sitúa el crón C2Ar aparece cubierto (Fig. 2).

La serie VAL se sitúa en la parte más alta del relleno neógeno de toda la zona. Esta serie se ha levantado en una cantera de arenas silíceas en donde se hallaron restos de *Equus stenonis* en el yacimiento de Valverde II, por Alberdi *et al.*, (1986), lo que les permitió situar el yacimiento en el Villafranquense medio, dado que en España la sustitución de *Hipparion* por *Equus*, se produjo entre los 2.6-2.7 Ma. Teniendo en cuenta además que en la secuencia magnetoestratigráfica de la cantera, hay una transición de magnetozonas de inversa a normal es por lo que se ha situado a ésta en el límite Gauss/Matuyama (C2An.1n y C2r-2r).

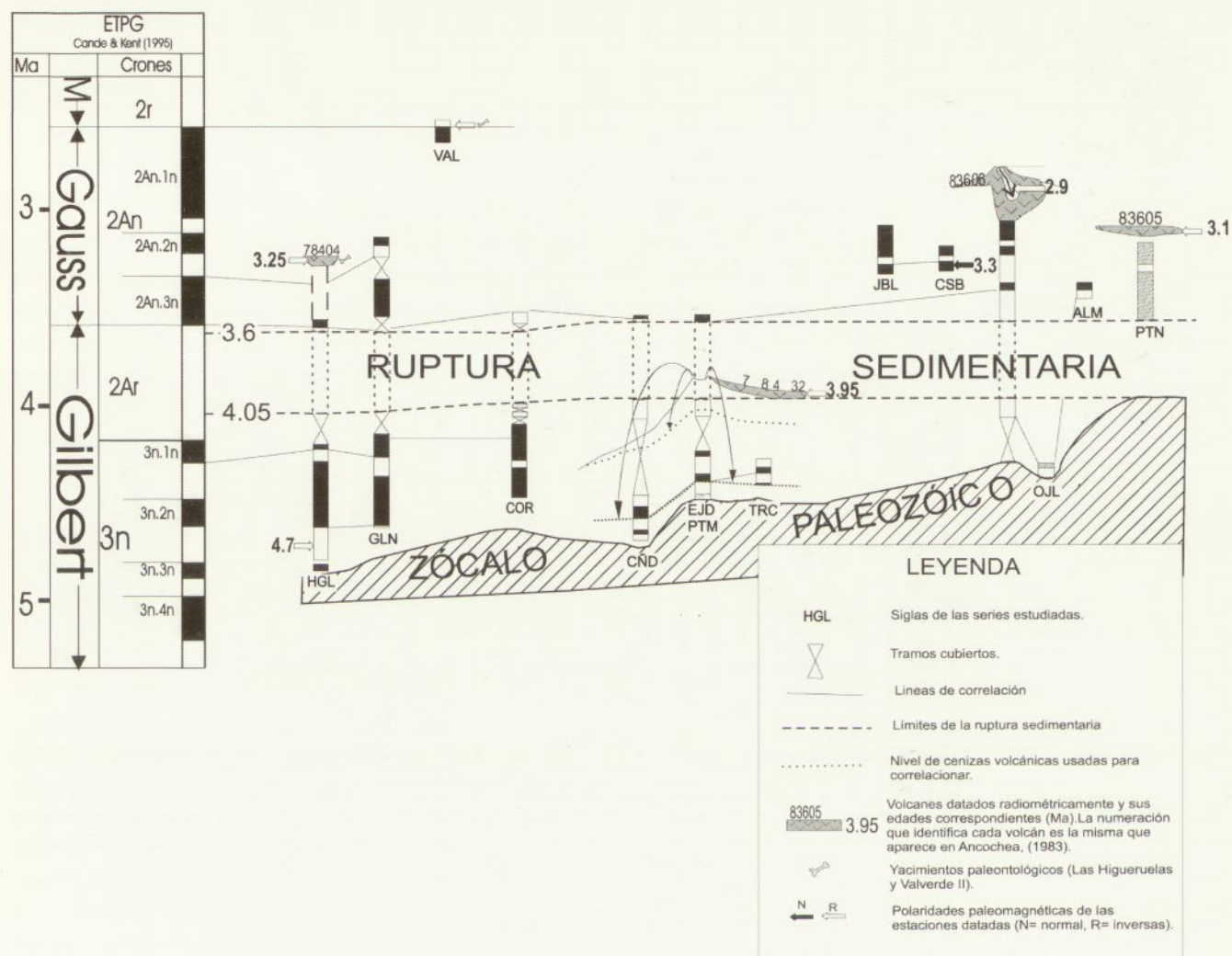


FIGURA 2: Cuadro de correlación de las secuencias magnéticas realizadas en las cuencas del Neógeno superior del Campo de Calatrava con indicación de los principales criterios cronológicos.

Las series COR, CÑD, PTM-EJD y TRC, se encuentran en la cuenca de Corral-Poblete. Su correlación se ha podido realizar cartográficamente, y han sido de gran utilidad los niveles de cenizas volcánicas que se intercalan en las series y que pueden proceder de un mismo volcán, tal vez de una temprana erupción del Cabezo Segura (Fig. 2). Otro rasgo que ha contribuido a la correlación ha sido el hiato en el C2Ar, al que se asocian unos niveles de calizas brechificadas que son semejantes a los descritos por Pérez-González (1982), en otras zonas de la Meseta meridional. Cronológicamente, estas series se sitúan por la supradatación de una colada del volcán Cabezo Segura en 3.7 ± 0.4 Ma.

Las series CSB y JBL, se ubican en la cuenca de Calzada-Moral. La correlación entre ellas es directa por su proximidad; ambas presentan un suave buzamiento al este. Para su posición cronológica ha sido necesario datar unas bombas volcánicas que aparecen intercaladas a techo de las secuencias, que han arrojado una edad de 3.07 ± 0.28 Ma., por lo que los crones reconocidos han sido C2An.2n, C2An.1r y C2An.1n.

Finalmente, en la cuenca del Ojailén se han estudiado las series: OJL, ALM y PTN. La primera de ellas se apoya en el basamento y está compuesta por fangos detríticos gruesos de abanicos aluviales, con un espesor de 50 m. Sobre el techo de esta serie descansa una de las coladas surgidas del volcán de Villanueva de S. Carlos. La datación de otra colada posterior (menos alterada), ha proporcionado una edad 2.52 ± 0.32 Ma. (Fig. 2), esta cronología permite supradatar la secuencia anterior, por lo que el relleno de esta serie va desde el crón 2Ar, hasta el C2An.1n. En la parte superior del C2Ar, también se ha reconocido una ausencia de sedimentación al faltar espesores. La serie ALM es cartográficamente correlacionable con la anterior, dado que se localiza próxima a ella. Sin embargo, en esta serie la litología del techo cambia ya que está formada por un afloramiento de calizas de apenas dos metros de espesor que se apoyan sobre un nivel de margas. Magnetoestratigráficamente, se ha detectado un cambio de polaridad inversa a normal, con lo que correlacionando cartográficamente

este nivel del techo con la secuencia OJL, equivale al tránsito C2Ar con el C2An.

La serie PTN se sitúa al oeste de las anteriores y en ella aparece un predominio de polaridades intermedias ("shallow"), con tendencia a normales y sólo una estación con polaridad inversa. Este tipo de polaridades de inclinaciones bajas puede deberse a la persistencia de una cierta actividad hidrotermal remanente, asociada a una colada del volcán del Ojailén de polaridad inversa que se superpone a esta serie. Una prueba más de esta actividad es que en la base de la serie se encuentran concreciones de hierro-manganeso que son frecuentes en la zona (Crespo, 1992). Esta secuencia por la datación de la Colada del Ojailén (3.7 ± 0.7 Ma), se sitúa entre los crones 2An.3n y el C2An.2n.

CONCLUSIONES

El relleno de las pequeñas cuencas lacustres y fluviales del Campo de Calatrava está fuertemente controlado por su aislamiento morfoestructural. Litológicamente, este relleno se compone en la base de material detrítico de gravas, arenas y fangos que pasan paulatinamente hacia margas y calizas a techo, en estas secuencias son frecuentes las intercalaciones de diversos materiales volcánicos. Las potencias que se han medido para estos rellenos apenas superan los 50 m.

Los datos magnetoestratigráficos indican que en estas cuencas el depósito comenzó en el C3n (aproximadamente hace 4.85 Ma.), Plioceno inferior y culmina en el C2r (2.6 Ma.), Plioceno superior. La tasa de sedimentación media con la que se produjo este relleno fue de unos 30 - 35 m / Ma.

La ruptura sedimentaria reconocida a techo del C2Ar, abarca un periodo de unos 450 mil años ($\approx 4.05 - 3.6$ Ma.), por su posición esta ruptura sedimentaria se equivale con la del Villafranquiense inferior citada por Calvo, *et al.*, (1993), en otras cuencas como: la del Ebro, la del Tajo, la de Calatayud-Teruel, así como en las más próximas del Júcar y en las Béticas. Esta interrupción es consecuencia de la fase Iberomanchega I (Pérez-González, 1982), sus efectos se observan en la discordancia angular de la serie de Las Higuieruelas, o en la disconformidad de la cuenca de Corral-Poblete. En el resto de las cuencas citadas no se ha podido observar esta interrupción directamente, por la escasez de afloramientos, aunque si se ha deducido ésta por la disminución de espesores.

AGRADECIMIENTOS

A J.M. Parés, J. Dinarès y E. Gomis del Instituto "Jaume

Almera". Este estudio ha contado con ayudas de la Universidad de Castilla-La Mancha en el programa de estancias en otros centros de investigación y la de profesores invitados.

REFERENCIAS

- Alberdi, M.I., Jiménez, E., Mazo, A.V., Morales, J., Sesé, C. y Soria, D. (1986): Paleontología y bioestratigrafía de los yacimientos Villafranquienses de Las Higuieruelas y Valverde de Calatrava II (Campo de Calatrava, Ciudad Real). *Actas de Castilla - La Mancha. Espacio y sociedad*. Vol. III: 255-277.
- Ancochea, E. (1983): Evolución espacial y temporal del volcanismo reciente de España Central. Tesis doctoral. Univ. Complutense de Madrid. 203/83, 657 p.
- Bonadonna, F.P. y Villa, I. (1986): Estudio geocronológico del volcanismo de Las Higuieruelas. *Actas de Castilla - La Mancha. Espacio y Sociedad*, Vol. III: 249-253.
- Calvo, J.P., Daams, R., Morales, J., López-Martínez, N., Agustí, J., Anadón, P., Armenteros, I., Cabrera, L., Civis, J., Corrochano, A., Díaz-Molina, M., Elizaga, E., Hoyos, M., Martín-Suárez, E., Martínez, J., Moissenet, E., Muñoz, A., Pérez-García, A., Pérez-González, A., Portero, J.M., Robles, F., Santisteban, C., Torres, T., Van der Meulen, A.J., Vera, J.A. y Mein, P. (1993): Up-to-date Spanish continental Neogene synthesis and paleoclimatic interpretation. *Rev. Soc. Geol. España*, 6 (3-4): 29-40.
- Cande, S.C. y Kent, D. (1995): Revised calibration of geomagnetic polarity timescale for Late Cretaceous and Cenozoic. *Jour. Geoph. Res.* 100: 6093-6095.
- Crespo, A. (1992): Geología, mineralogía y génesis de los yacimientos de manganeso cobaltíferos del Campo de Calatrava (Ciudad Real). Tesis doctoral. Univ. Complutense de Madrid, 389 pp.
- Mazo, A.V. (1995): *Stephanorhinus etruscus* (Perissodactyla, Mammalia) en el Villafranquiense inferior de Las Higuieruelas, Alcolea de Calatrava (Ciudad Real). *Estudios geol.* 51: 285-290.
- Molina, E. (1975): Estudio del Terciario superior y Cuaternario del Campo de Calatrava (Ciudad Real). *Trab. Sobre Neógeno - Cuaternario*. 3: 1-106.
- Pérez-González, A. (1982): Neógeno y Cuaternario de la Llanura Manchega y sus relaciones con la Cuenca el Tajo. Tesis doctoral. Univ. Complutense de Madrid. 179/1982, 787 pp.
- Portero, J.M., Ancochea, E., Gallardo, J. y Pérez-González, A. (1986): Memoria del Mapa Geológico Nacional, Hoja nº 784 (Ciudad Real). I. T. G. E. Madrid, 101 p.